

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2003 年 12 月 11 日 (11.12.2003)

PCT

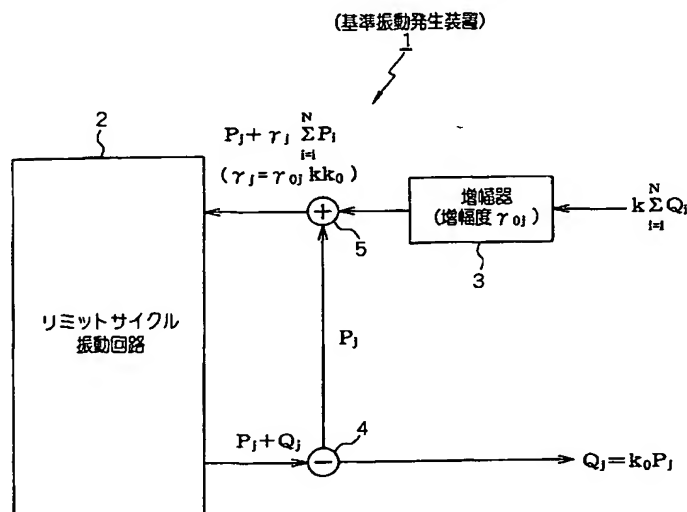
(10) 国際公開番号
WO 03/103146 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H03L 7/00 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 長野 正道
(21) 国際出願番号: PCT/JP03/04972 (NAGANO, Seido) [JP/JP]; 〒108-8001 東京都 港区 芝
五丁目7番1号 日本電気株式会社内 Tokyo (JP).
(22) 国際出願日: 2003 年 4 月 18 日 (18.04.2003) (74) 代理人: 高橋 勇 (TAKAHASHI, Isamu); 〒101-0031 東
京都 千代田区 東神田 1 丁目 1 〇 番 7 号 篠田ビル 7 階
(25) 国際出願の言語: 日本語 Tokyo (JP).
(26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB,
BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK,
(30) 優先権データ: 特願2002-142252 2002 年 5 月 17 日 (17.05.2002) JP DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU,
ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO,
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気
株式会社 (NEC CORPORATION) [JP/JP]; 〒108-8001
東京都 港区 芝五丁目7番1号 Tokyo (JP). NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU,
ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: REFERENCE VIBRATION GENERATOR, ITS MUTUAL SYNCHRONIZING SYSTEM, AND ITS MUTUAL SYNCHRONIZING METHOD

(54) 発明の名称: 基準振動発生装置、その相互同期化系およびその相互同期化方法



- 1...(REFERENCE VIBRATION GENERATOR)
2...LIMIT CYCLE VIBRATION CIRCUIT
3...AMPLIFIER (AMPLIFICATION FACTOR r_{0j})

(57) Abstract: A first reference vibration generator (1) receives a transmission wave from all the reference vibration generators (1) including the first one (1) as a transmission/reception wave $kk_0 \sum P_i$ (\sum is the sum from $i=1$ to N). An amplifier (3) amplifies the transmission/reception wave. The amplified transmission/reception wave is superposed on a part P_i of the output from a limit cycle vibration circuit, and the sum is inputted into the limit cycle vibration circuit to cause limit cycle vibration. The limit cycle vibration circuit transmits a part $Q_j = k_0 P_j$.

[続葉有]

BEST AVAILABLE COPY



(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

of the output to the outside. By generating limit cycle vibration in cooperation of the whole system, the transmission wave is automatically modulated. Thus mutual synchronization of the reference vibration generators built in or added to a large number of distributed system units.

(57) 要約: 基準振動発生装置 1 が、自己を含む全ての基準振動発生装置からの送信波を送受進波 $k \cdot \sum P_i$ (\sum は $i = 1$ から N までの和) として受信し、増幅器 3 によって増幅し、リミットサイクル振動回路の出力の一部 P_j と重ねてリミットサイクル振動方法を行ない、その出力の一部 $Q_j = k \cdot P_j$ を外部に送信する。このようにシステム全体が協調してリミットサイクル振動を行なうことによって、送信波の自動変調が行なわれ、多数の分散配置されたシステムユニットに内蔵または付加された基準振動発生装置間での相互同期が実現される。

明 細 書

基準振動発生装置、その相互同期化系およびその相互同期化方法

5 技術分野

本発明は、分散配置された多数のシステムユニットに非線形リミットサイクル振動を行なう振動装置を有する基準振動発生装置を内蔵又は付加させ、それらのシステムユニット間の同期を実現することによってシステム全体の協調を可能にし、システム全体の能力を向上させる基準振動発生装置の相互

10 同期化システムに関する。

背景技術

これまでの基準振動系の同期化法は次の2つにまとめられる。すなわち、

- (1) 一つの基準振動発生系を用意し、信号を送受信するシステムユニット間の距離を一定の所定値にすることにより、送受信間での同期を実現する場合と、(2) 一つのシステムユニットから他のシステムユニットへの送信波と受信波との位相差を検知し、基準振動を調整する回路を組み込み、送受信間での同期を実現する場合とに分類される。多システムユニットの場合には、この方法を多段にして利用する。

- 20 多数の小規模で安価なシステムから大規模なシステムを構築し、その能力を最大限発揮させるには、小規模システム間での同期を実現し、共同作業を可能にすることが必要不可欠である。

しかしながら、上述の同期化法では、その仕組みからして、システムユニットの数が増大すると共に、遅延を解決するための技術的な困難さが急激に

- 25 増大するという問題がある。

上述した問題を解決するための技術が特開平 10-262036 号公報及び特開 2000-13217 号公報に開示されている。

特開平 10-262036 号公報に開示された技術は、他のシステムユニットから受ける受信波と自身が出す送信波との合成波を入力とし、その入力波の振幅
5 に上限値と下限値とを設定することにより、入力波がその範囲に収まるように、出力となる送信波に変調を加える基準振動発生回路系を、各システムユニットに付加する構成のものである。以上の構成により、任意の数の分散配置されたシステムユニット間の高速な同期化が可能になる。

特開 2000-13217 号公報に開示された技術は、複数の発振回路が相互誘導に
10 よって結合している結合回路において、同期を行なう構成のものである。

しかしながら、特開平 10-262036 号公報に開示された技術は、初期状態において他のシステムユニットから受ける受信波と自身が出す送信波との間に位相差が存在するときのみに同期化が実現されるものであり、各システムユニットや各発振回路の基本振動数が異なるときに同期化を行なう構成になっ
15 ていない。

また、特開 2000-13217 号公報に開示された技術は、初期状態において各発振回路を流れる電流の間に位相差が存在するときのみに同期化が実現するものであり、各システムユニットや各発振回路の基本振動数が異なるときに同期化を行なう構成になっていない。

20 ここで、基本振動数とは、他のシステムユニットあるいは発振回路との結合がない場合に、各システムユニットや各発振回路が単独で発振する振動数をいう。また、特開 2000-13217 号公報に開示された発振回路は、その動作が van der Pol 方程式に基いた発振回路に限られている。

本発明の目的は、システムユニット毎の基準振動発生装置の基本振動数に
25 関係なく、分散配置されたシステムユニット間の共同作業を可能にするため、

多数のシステムユニット間での基準振動の同期を効率良く実現するための基準振動発生装置およびその同期化方法を提供することにある。また、van der Pol 方程式に基く発振のみではなく、任意のリミットサイクル振動を用いて形成可能な基準振動発生装置およびその同期化方法を提供することにある。

5

発明の開示

上記の目的を達成するため、本発明は、非線形リミットサイクル振動を行なう振動手段を有する複数の基準振動発生装置が分散配置され、各基準振動発生装置に、自己および他の基準振動発生装置からの出力波の少なくとも一部を入力波として入力させることによって、前記複数の基準振動発生装置間の相互同期を行なうという構成を採っている。

さらに、本発明は、外部信号を入力して増幅する増幅器と、非線型リミットサイクル振動を行ない出力の一部を送信信号として外部に送信する振動手段とを有し、前記増幅器によって増幅された前記外部信号と、前記送信信号を除いた前記振動手段の出力信号とを重ね合わせて、前記振動手段に入力するという構成を採っている。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明に係る基準振動発生装置を示す構成ブロック図である。

第2図は、本発明の実施例1に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するための、2つの γ 値における y_j -時間特性図である。第3図は、本発明の実施例2に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するための、2つの γ 値における y_j -時間特性図である。第4図は、本発明の実施例3に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するための y_j -時間特性図である。第5図は、本発明の第2の実施形態に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するための、

2つの γ 値における y_j －時間特性図である。第6図は、本発明の第3の実施形態に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するための、2つの γ 値における y_j －時間特性図である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明を図面に基いて詳細に説明する。

本発明者は、多数の分散配置されたシステムユニット間における基準振動の同期を高速に実現するために鋭意研究を進めてきた結果、システムユニットの基準振動発生装置として非線形リミットサイクル振動系を採用すること
10 によって、上述した従来の問題を画期的に解決することができるという結論に達した。次に、その具体例を説明する。

第1図に示すように、本発明に係る分散配置された基準振動発生装置1は、リミットサイクル振動回路2と増幅器3とを有している。

前記基準振動発生装置1を有するシステムユニットがシステム中にN個存在している。このシステムのj番目のシステムユニット（以下、システムユニットjという）において、基準振動発生装置1のリミットサイクル振動回路2からの出力信号($P_j + Q_j$)の一部が送信波 Q_j として外部に送信される。
15

具体的に説明すると、当該システムユニットjが有する基準振動発生装置1のリミットサイクル振動回路2は、非線形リミットサイクル振動を行ない、
20 出力信号 $P_j + Q_j$ を出力する。当該リミットサイクル振動回路2の出力段に接続された減算器4は、リミットサイクル振動回路2のリミットサイクル振動（変調）による出力信号 $P_j + Q_j$ から P_j を減算し、出力の一部である送信出力としての送信波 Q_j を外部に送信する。また、当該減算器4は、出力信号から減算した信号 P_j を後述する加算器5に出力する。

25 一方、基準振動発生装置1には、自己を含む全てのシステムユニット全体

からの総受信波が入力される。

前記総受信波の大きさは、それぞれのシステムユニットからの送信波 Q_i ($i = 1 \sim N$ の正の整数) の和に比例する値 $k \sum Q_i$ (\sum は $i = 1$ から N までの和。以下、全ての \sum について同じである) となる。ここで、 k は比例定数である。

前記増幅器 3 は増幅度 γ_{0j} を有している。当該増幅器 3 は、前記総受信波 $k \sum Q_i$ を増幅して前記リミットサイクル振動回路 2 に出力する。当該リミットサイクル振動回路 2 の前段に接続された加算器 5 は、前記増幅器 3 で増幅された前記総受信波 $k \sum Q_i$ に、リミットサイクル振動回路 2 からの出力信号 ($P_j + Q_j$) から前記送信波 Q_j を差し引いた信号 P_j を加算し、それらが加算された合成波 ($P_j + \gamma_{0j} k \sum Q_i$) を、リミットサイクル振動回路 2 へ入力する。

リミットサイクル振動回路 2 は、入力された前記合成波 ($P_j + \gamma_{0j} k \sum Q_i$) を変調 (非線型リミットサイクル振動を行なう) して前記出力信号 ($P_j + Q_j$) を出力する。

ここで、送信波 Q_i の値が出力信号 P_i の値に比例して、 $Q_i = k_0 P_i$ の関係にある場合には、総受信波入力値は $k k_0 \sum P_i$ となり、リミットサイクル振動回路 2 へ入力される合成波の入力値は ($P_j + \gamma_j \sum P_i$) となる。ここで、 $\gamma_j = \gamma_{0j} k k_0$ である。即ち、リミットサイクル振動回路 2 へ入力される合成波の入力値 ($P_j + \gamma_j \sum P_i$) になることで、 N 個のシステムユニット同士が結合される。

ここに、前記リミットサイクル振動回路 2 と前記減算器 4 は、非線型リミットサイクル振動を行ない、出力の一部を送信出力 (送信波 Q_j) として外部に送信する振動手段を構成している。そして、前記リミットサイクル振動回路 2 は、主として非線型リミットサイクル振動を行ない出力信号 ($P_j + Q_j$)

を出力する機能を実行し、前記減算器 4 は、主として前記非線型リミットサイクル振動の結果出力される信号 ($P_j + Q_j$) から信号 P_j を差し引いた出力の一部としての送信出力 (送信波 Q_j) を外部に出力する機能を実行するようになっている。

- 5 また、前記加算器 5 は、前記増幅器 3 によって増幅された前記外部信号 (総受信波 $k \sum Q_j$) と、前記送信出力 (送信波 Q_j) を除いた前記振動手段の出力である出力信号 (送信波 Q_j) とを重ね合わせて、前記リミットサイクル振動回路 2 に入力する入力手段を構成している。

- 10 当然ながら、前記システムユニット j から出力される前記送信波 Q_j は、それを受信する他のシステムユニットへの入力にも変調を加え、相手が出力する送信波にも更なる変調を促すことになる。

- 15 各システムユニットが備えたりミットサイクル振動回路 2 は、絶えず安定振動状態に戻ろうとする性質を有する。ところが、複数のシステムユニット間の相互同期が実現しない限り、全てのシステムユニットのりミットサイクル振動回路 2 は、相互変調を繰り返す不安定な振動状態にある。システムユニット間の相互変調は、安定状態である相互同期状態に達するまで自動継続される。

- 20 このようにして一定時間後、システムユニット群よりなるシステム全体における基準振動の相互同期が実現する。送信波 Q_j は、電磁波、音波、交流電気信号波など、信号を伝え得る波であれば、どのような波であってもよい。

上述の基準振動発生装置 1 が単独で動作するとき、当該基準振動発生装置 1 はリミットサイクル振動をするから、その動作は次の微分方程式で与えられる。

$$\frac{dP_j}{dt} = F_j(P_j, R_j) \quad (1)$$

$$\frac{dR_j}{dt} = G_j(P_j, R_j) \quad (2)$$

ここで、 R_j は、 P_j とともに、基準振動発生装置1のリミットサイクル振
動の状態を表す変数である。しかし例えば、リミットサイクル振動が van der
Pol 方程式に基く振動などでは、 R_j は、 P_j の時間微分もしくは時間積分で
5 ある。 $F_j(P_j, R_j)$ 、 $G_j(P_j, R_j)$ は、ともに、 P_j 、 R_j の状態変化
を記述する関数である。

上述のN個のシステムユニットが結合して動作する場合のシステムユニッ
トjの動作は次式で表わされる。

$$\frac{dP_j}{dt} = F_j(P_j, R_j) \quad (1)$$

$$10 \quad \frac{dR_j}{dt} = G_j(P_j + \gamma_j \sum_{i=1}^N P_i, R_j) \quad (3)$$

ここで、式(3)は、全てのシステムユニットからの総受信波および増幅
器3の影響を考慮した、基準振動発生装置1のリミットサイクル振動を記述
する微分方程式である。式(1)および式(3)は、 P_j および R_j が安定周
期変動を示し、リミットサイクルを形成するように連動して時間変化するよ
15 うに設定される。

したがって、式(1)および式(3)は、全てのシステムユニット系の相
互同期を記述する相互同期化方程式となる。

上述した基準振動発生装置の相互同期化系は、外部信号を入力して増幅す
る増幅器3と、非線型リミットサイクル振動を行ない出力の一部を送信出力
20 として外部に送信する振動手段(2, 4)と、前記増幅器3によって増幅さ
れた前記外部信号と、前記送信出力を除いた前記振動手段の出力信号とを重
ね合わせて、前記振動手段に入力させる入力手段(5)とを含む図1に示す

数基準振動発生装置 1 を複数分散して配置し、各基準振動発生装置 1 の振動手段に、自己および他の基準振動発生装置からの出力の少なくとも一部を受信入力として入力させることによって、前記複数の基準振動発生装置間の相互同期を行なう機能を持たせた構成として構築される。

- 5 そして、上述したように、非線型リミットサイクル振動を行ない出力の一部を送信出力として外部に送信する第 1 のステップと、前記増幅された前記外部信号と、前記送信出力を除いた前記リミットサイクル振動による出力信号とを重ね合わせ、当該重ね合わせた信号を前記非線型リミットサイクル振動の入力信号として入力させる第 2 のステップと、分散配置された複数の基準振動発生装置からの出力の少なくとも一部を受信入力として入力させること
10 によって、前記複数の基準振動発生装置間の相互同期を行なう第 3 のステップとを実行することにより、基準振動発生装置の相互同期化が行われる。

以下、上述した基準振動発生装置、その相互同期化系及びその相互同期化方法について、数式を用いて検証する。

15 〔第 1 の実施形態〕

本実施の形態において、システムユニット j は、他のシステムユニットと独立に単独で動作するとき、当該システムユニット j が備えたりミットサイクル振動回路 2 による非線形リミットサイクル振動動作は、次式のような van der Pol 方程式を満足する。

20
$$\frac{d^2 x_j}{dt^2} - \varepsilon(1 - x_j^2) \frac{dx_j}{dt} + \omega_j^2 x_j = 0 \quad (4)$$

ここで、 ε は非線形性の程度を示すパラメーター、 ω_j はシステムユニット j に備えたりミットサイクル振動回路 2 の基本角振動数である。 x_j は、リミットサイクル振動回路 2 における、非変位、振幅、電流、電圧などの非リミットサイクル振動の状態を示す変数である。

式(4)を更に次のように変形する。

$$\frac{dx_j}{dt} = y_j \quad (5)$$

$$\frac{dy_j}{dt} = -\omega_j^2 x_j + \varepsilon(1 - x_j^2)y_j \quad (6)$$

ここで、 $(x_j, y_j) = (P_j, R_j)$ 又は $(x_j, y_j) = (R_j, P_j)$ と置くことによって、式(1)および式(2)の関数 $F_j(P_j, R_j)$ および $G_j(P_j, R_j)$ が、ユニークに決定できる。例えば $y_j = P_j$ 、 $x_j = R_j$ とする。その際、 $y_j = P_j$ とその積分 $x_j = R_j$ とは、それぞれ、式(6)、式(5)に従って時間変化できるように設定されている。

したがって、前記リミットサイクル振動回路2を備えたシステムユニット系は、非線形リミットサイクル振動子となることが数学的に保証される。

次に、式(6)、式(5)を式(1)、式(2)と比較することによって、関数 $F_j(P_j, R_j)$ および $G_j(P_j, R_j)$ が、変数を x_j 、 y_j に変換して、次式のように求められる。

$$F_j(y_j, x_j) = -\omega_j^2 x_j + \varepsilon(1 - x_j^2)y_j \quad (7)$$

$$G_j(y_j, x_j) = y_j \quad (8)$$

したがって、N個のシステムユニットが結合して動作する場合のシステムユニットjの動作は、式(1)、(3)、(7)、(8)より、次式で表される。

$$\frac{dy_j}{dt} = F_j(y_j, x_j) = -\omega_j^2 x_j + \varepsilon(1 - x_j^2)y_j \quad (9)$$

$$\frac{dx_j}{dt} = G_j(y_j + \gamma_j \sum_{i=1}^N y_i, x_j) = y_j + \gamma_j \sum_{i=1}^N y_i \quad (10)$$

次に、式(9)および式(10)を差分形式に書き換えることによって、次式が得られる。

$$y_j(t + \Delta t) = -\omega_j^2 \Delta t x_j(t) + \{\varepsilon \Delta t [1 - x_j(t)^2] + 1\} y_j(t) \quad (11)$$

$$x_j(t + \Delta t) = x_j(t) + \Delta t [y_j(t) + \gamma_j \sum_{i=1}^N y_i(t)] \quad (12)$$

ここで、 Δt の時間刻みで x_j 、 y_j を更新することを考える。 $x_j(t)$ 、 $y_j(t)$ は、それぞれ、時刻 t における x_j 、 y_j の値、 $x_j(t + \Delta t)$ 、 $y_j(t + \Delta t)$ は時間 Δt 経過した後に更新された x_j 、 y_j の値である。時刻 $t = 0$ における初期値 $x_j(0)$ 、 $y_j(0)$ は任意の数値である。

式(11)は、時刻 t における $y_j(t) = P_j(t)$ とその積分値 $x_j(t) = R_j(t)$ との値を読み取り、時間 Δt 経過後に式(11)の右辺で与えられる値に比例する送信波 $k y_j(t + \Delta t)$ を新しい送信波として送り出すことを意味する。

式(12)は、合成波 $[y_j(t) + \gamma_j \sum y_i(t)]$ と、 $y_j(t) = P_j(t)$ の積分値 $x_j(t)$ とを読み取り、時間 Δt 経過後の積分値 $x_j(t + \Delta t)$ を式(12)の右辺で与えられる数値に更新することを意味する。

式(11)と式(12)とが同時に満足されるように本実施の形態の基準振動発生装置1が構成されており、このようなプロセスを繰り返すことで一定時間後に全基準振動発生装置間の相互同期が実現する。

以下、いくつかのシステムにおけるシミュレーション結果を示す。

〔実施例1〕

第2図は、実施例1に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するための、2つの γ 値における y_j —時間特性図である。本実施例においては、van der Pol振動を行なう基準振動発生装置を有する100個のシステムユニットが、存在する。100個の基準振動発生装置の基本振動数は、ガウス分布を有しており、その平均基本周波数は1kHz、標準偏差は0.07kHzである。 ε 、 Δt の値は、それぞれ、1.0、 1×10^{-3} msecである。第3図(a)、

第3図(b)において、100個全ての基準振動発生装置の γ 値は、それぞれ、0.1、0.5である。いずれの場合においても、相互同期が実現しているが、 $\gamma = 0.1$ の場合には約90 msecにおいて、 $\gamma = 0.5$ の場合には約10 msecにおいて相互同期が実現しており、 γ 値が大きくなるほど相互同期が早期に実現される。

[実施例2]

第3図は、実施例2に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するための、2つの γ 値における y_j -時間特性図である。本実施例においては、異なる基本周波数の基準振動発生装置を有する2個のシステムユニットが存在する。

2個の基準振動発生装置の基本周波数は、それぞれ、20.0 kHz、0.2 kHzであり、その比は100である。 ε 、 Δt の値は、それぞれ、0.5、 1×10^{-3} msecである。第3図(a)は、2個の基準振動発生装置の γ 値がともに $\gamma = 0$ 、即ち、増幅器への総受信波の入力を断ち切った場合の特性であり、相互同期は実現しない。第3図(b)は、2個の基準振動発生装置の γ 値がともに $\gamma = 2.0$ の場合の特性であり、初期の段階から相互同期が実現している。

[実施例3]

第4図は、実施例3に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するための y_j -時間特性図である。本実施例においては、基本周波数が等しく、 γ 値が異なる基準振動発生装置を有する2個のシステムユニットが存在する。一方の基準振動発生装置の γ 値は2.0であり、他方の基準振動発生装置の γ 値は3.0である。基本周波数はともに、1 kHzである。 ε 、 Δt の値は、それぞれ、1.0、 1×10^{-3} msecである。約10 msecにおいて、相互同期が実現している。

[第2の実施の形態]

第1の実施形態においては、全てのシステムユニットの基準信号発生装置が van der Pol 方程式で記述される非線型リミットサイクル振動を行なっているが、本実施形態においては、異なる種類のリミットサイクル振動を行なう基準信号発生装置が混在してシステムが形成されている。

- 5 即ち、一部のシステムユニットの基準信号発生装置は、van der Pol 型の非線型リミットサイクル振動を行なう。残りのシステムユニットの基準信号発生装置は、単独で動作するとき、次式のような Rayleigh 方程式を満足する非線型リミットサイクル振動を行なう。

$$\frac{d^2 x_j}{dt^2} - \varepsilon \left[1 - \frac{1}{3} \left(\frac{dx_j}{dt} \right)^2 \right] \frac{dx_j}{dt} + \omega_j^2 x_j = 0 \quad (13)$$

- 10 ここで、 ε は非線形性の程度を示すパラメーター、 ω_j はシステムユニット j の備えたりミットサイクル振動回路2の基本角振動数である。 x_j は、第1の実施形態と同様に、 $y_j = P_j$ としたときに、 $dx_j/dt = y_j$ によって与えられる。

- 15 Rayleigh 方程式で記述される非線型リミットサイクル振動を行なう基準信号発生装置のリミットサイクル振動回路2においては、第1の実施形態の場合の式(11)、式(12)に相当する式は、式(13)を用いて、以下のようになる。

$$y_j(t + \Delta t) = -\omega_j^2 \Delta t x_j(t) + \left\{ \varepsilon \Delta t \left[1 - \frac{1}{3} y_j(t)^2 \right] + 1 \right\} y_j(t) \quad (14)$$

$$x_j(t + \Delta t) = x_j(t) + \Delta t \left[y_j(t) + \gamma \sum_{i=1}^N y_i(t) \right] \quad (15)$$

- 20 第1の実施の形態と同様に、式(14)と式(15)とを同時に満足させるように、本実施の形態の基準振動発生装置が構成される。

第5図は、本実施の形態に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するた

めの、2つの γ 値における y_j -時間特性図である。

第5図において、太い実線は van der Pol 振動を行なう基準振動発生装置の y_j を、細い実線は Rayleigh 振動を行なう基準振動発生装置の y_j を示している。それらの基本周波数は、それぞれ、1 kHz、0.7 kHzである。

- 5 ε 、 Δt の値は、どちらの基準振動発生装置においても、それぞれ、1.0、 1×10^{-3} msecである。第5図(a)は、2個の基準振動発生装置の γ 値がともに $\gamma = 0$ 、即ち、増幅器への総受信波の入力を断ち切った場合の特性であり、相互同期は実現しない。第5図(b)は、2個の基準振動発生装置の γ 値がともに $\gamma = 3.0$ の場合の特性であり、5 msec程度から相互
- 10 同期が実現している。

〔第3の実施の形態〕

- 本実施の形態においては、一部のシステムユニットの基準信号発生装置が、van der Pol 方程式で記述される非線型リミットサイクル振動を行なう。残りのシステムユニットの基準信号発生装置は、単独で動作するとき、次式の
- 15 ような Burusselator 方程式を満足する非線型リミットサイクル振動を行なう。

$$\frac{dx_j}{dt} = a - (b+1)x_j + x_j^2 y_j$$

$$\frac{dy_j}{dt} = bx_j - x_j^2 y_j$$

- a、bは、基本周波数を定める定数である。 y_j は、第1および第2の実施の形態の場合と同じく、 $y_j = P_j$ で与えられる。本実施の形態の基準信号発生装置の相互同期も、第2の実施の形態と同様に計算される。
- 20

第6図は、本実施の形態に係る基準信号発生装置の相互同期を説明するための、2つの γ 値における y_j -時間特性図である。第6図において、細い実線は van der Pol 振動を行なう基準振動発生装置の y_j を、太い実線は

Burusselator 振動を行なう基準振動発生装置の y_j を示している。van der Pol 振動を行なう基準振動発生装置の基本周波数は 1 kHz で、 ε の値は 1.0 である。また、 $a = 1.0$ 、 $b = 2.1$ である。 Δt の値は、どちらの基準振動発生装置においても、 $1 \times 10^{-3} \text{ msec}$ である。第 6 図 (a) は、2
5 個の基準振動発生装置の γ 値がともに $\gamma = 0$ 、即ち、増幅器への総受信波の入力を断ち切った場合の特性であり、相互同期は実現しない。第 6 図 (b) は、2 個の基準振動発生装置の γ 値がともに $\gamma = 5.0$ の場合の特性であり、 5 msec 程度から相互同期が実現している。

上述した実施形態では、少なくとも 2 つの前記基準振動発生装置における
10 リミットサイクル振動の基本振動数を互いに異ならせる構成、前記リミットサイクル振動として、互いに異なる種類の非線形リミットサイクル振動を行なう構成について説明したが、これに限定されるものではない。さらに前記受信入力を増幅あるいは減衰させる増幅率あるいは減衰率を変化させること
15 によって、前記複数の基準振動発生装置間の相互同期を実現する期間を調整するようにしてもよいものである。

産業上の利用の可能性

以上説明したように、本発明に係る基準振動発生装置は、リミットサイクル振動回路の入力に他の基準振動発生装置からの送信波を増幅して取り入れ、
20 その出力の一部を外部に送信するものである。これによって、各基準振動発生装置の送信波の自動変調が行なわれ、基準振動発生装置間での相互同期の実現が可能になる。

請 求 の 範 囲

1 外部信号を入力して増幅する増幅器と、

非線型リミットサイクル振動を行ない出力の一部を送信出力として外部に

5 送信する振動手段と、

前記増幅器によって増幅された前記外部信号と、前記送信出力を除いた前記振動手段の出力信号とを重ね合わせて、前記振動手段に入力させる入力手段と、

を含むことを特徴とする基準振動発生装置。

10 2 前記振動手段は、非線型リミットサイクル振動を行なって出力信号を出力するリミットサイクル振動回路と、前記非線型リミットサイクル振動の結果出力される出力信号から所望の信号を差し引いた信号を前記送信出力として外部に出力する減算器とを含むことを特徴とする請求の範囲 1 に記載の基準振動発生装置。

15 3 前記入力手段は、前記増幅器によって増幅された前記外部信号と、前記送信出力を除いた前記振動手段の出力信号とを重ね合わせる加算器を含むことを特徴とする請求の範囲 1 に記載の基準振動発生装置。

4 外部信号を入力して増幅する増幅器と、

非線型リミットサイクル振動を行ない出力の一部を送信出力として外部に

20 送信する振動手段と、

前記増幅器によって増幅された前記外部信号と、前記送信出力を除いた前記振動手段の出力信号とを重ね合わせて、前記振動手段に入力させる入力手段とを含む基準振動発生装置を複数分散して配置し、

各基準振動発生装置の振動手段に、自己および他の基準振動発生装置から

25 の出力の少なくとも一部を受信入力として入力させることによって、前記複

数の基準振動発生装置間の相互同期を行なう機能を持たせたことを特徴とする基準振動発生装置の相互同期化系。

5 非線型リミットサイクル振動を行ない出力の一部を送信出力として外部に送信する第1のステップと、

5 前記増幅された前記外部信号と、前記送信出力を除いた前記リミットサイクル振動による出力信号とを重ね合わせ、当該重ね合わせた信号を前記非線型リミットサイクル振動の入力信号として入力させる第2のステップと、

分散配置された複数の基準振動発生装置からの出力の少なくとも一部を受信入力として入力させることによって、前記複数の基準振動発生装置間の相互同期を行なう第3のステップとを含むことを特徴とする基準振動発生装置の相互同期化方法。

6 前記受信入力を増幅あるいは減衰させて入力することを特徴とする請求の範囲5に記載の基準振動発生装置の相互同期化方法。

7 少なくとも2つの前記基準振動発生装置におけるリミットサイクル振動の基本振動数を互いに異ならせることを特徴とする請求の範囲5または6に記載の基準振動発生装置の相互同期化方法。

8 前記受信入力を増幅あるいは減衰させる増幅率あるいは減衰率を変化させることによって、前記複数の基準振動発生装置間の相互同期を実現する期間を調整することを特徴とする請求の範囲5または6に記載の基準振動発生装置の相互同期化方法。

9 前記受信入力を増幅あるいは減衰させる増幅率あるいは減衰率が、互いに異なることを特徴とする請求の範囲5から8のいずれか一項に記載の基準振動発生装置の相互同期化方法。

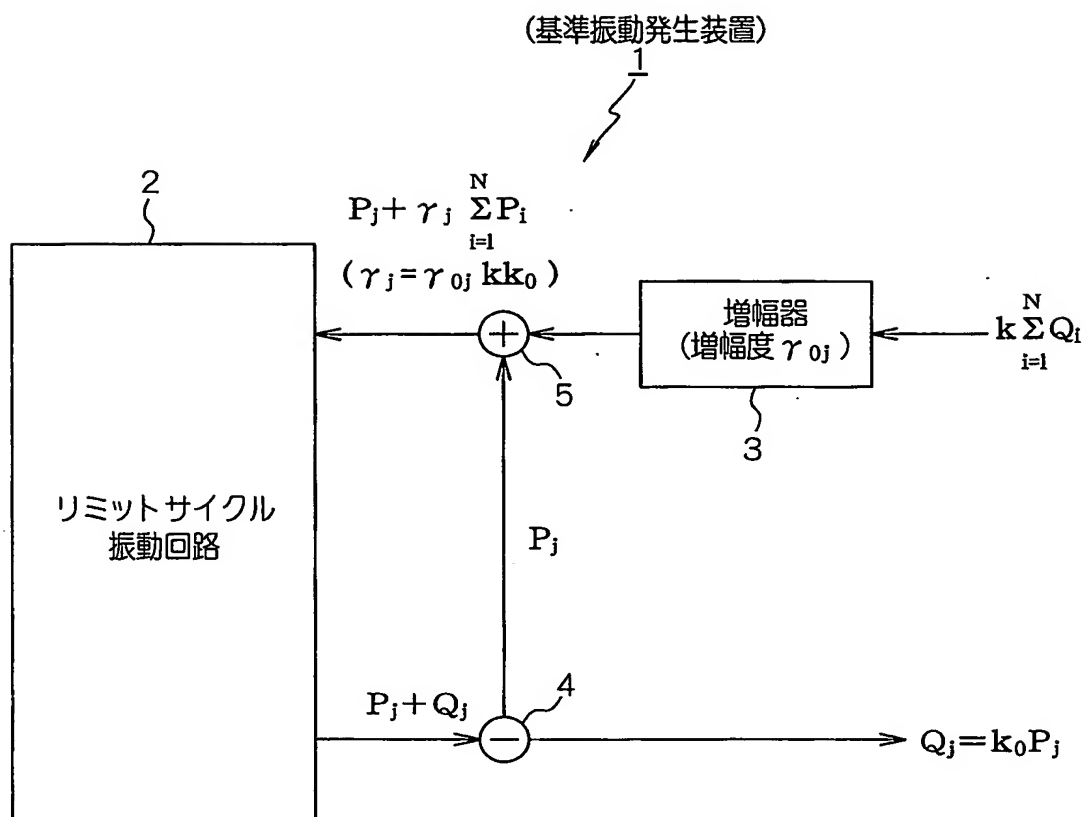
10 前記リミットサイクル振動として、互いに異なる種類の非線形リミットサイクル振動を行なうことを特徴とする請求の範囲5から9のいずれか一

項に記載の基準振動発生装置の相互同期化方法。

1 1 前記出力が、電磁波、音波、あるいは、交流電気信号であることを特徴とする請求の範囲5から10のいずれか一項に記載の基準振動発生装置の相互同期化方法。

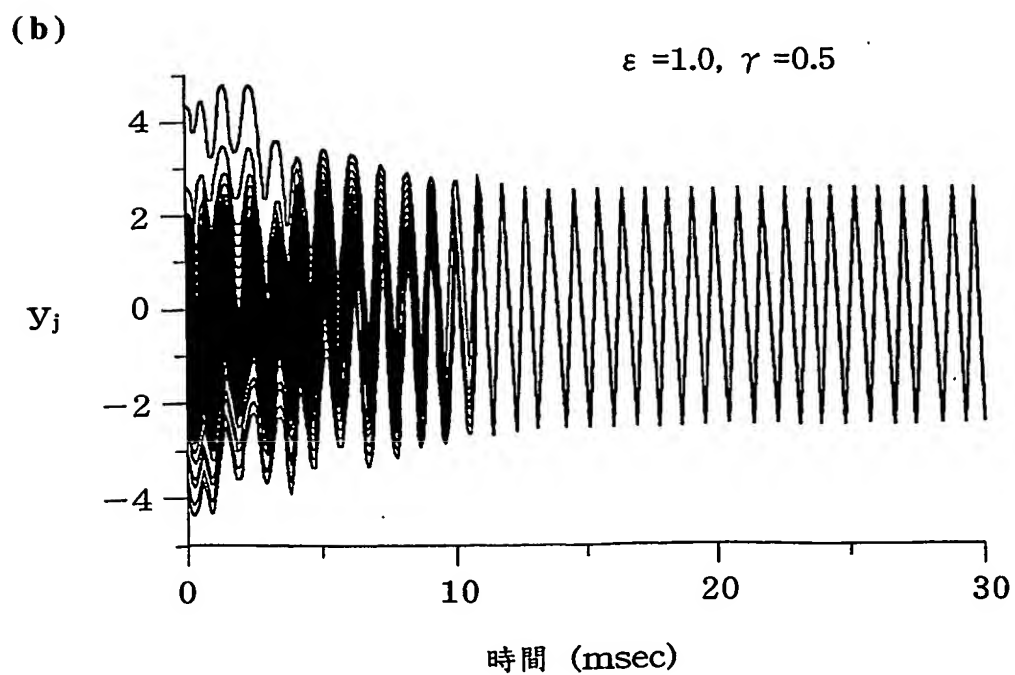
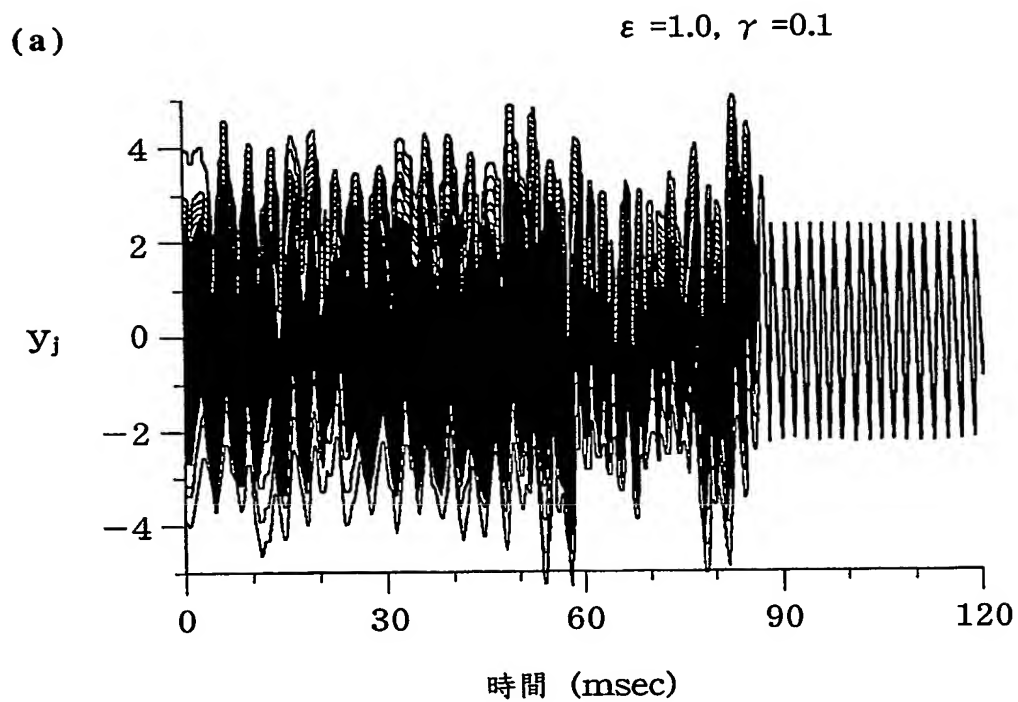
1/5

第 1 図



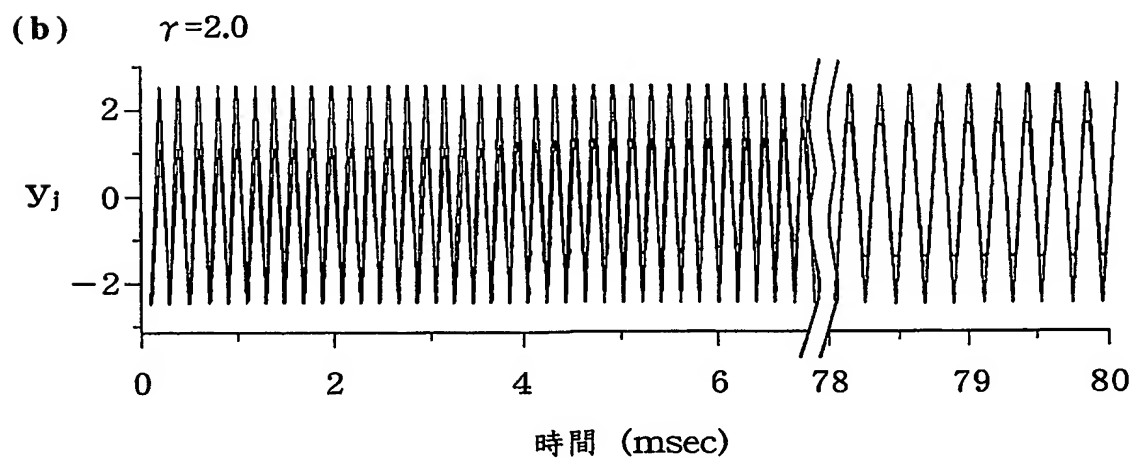
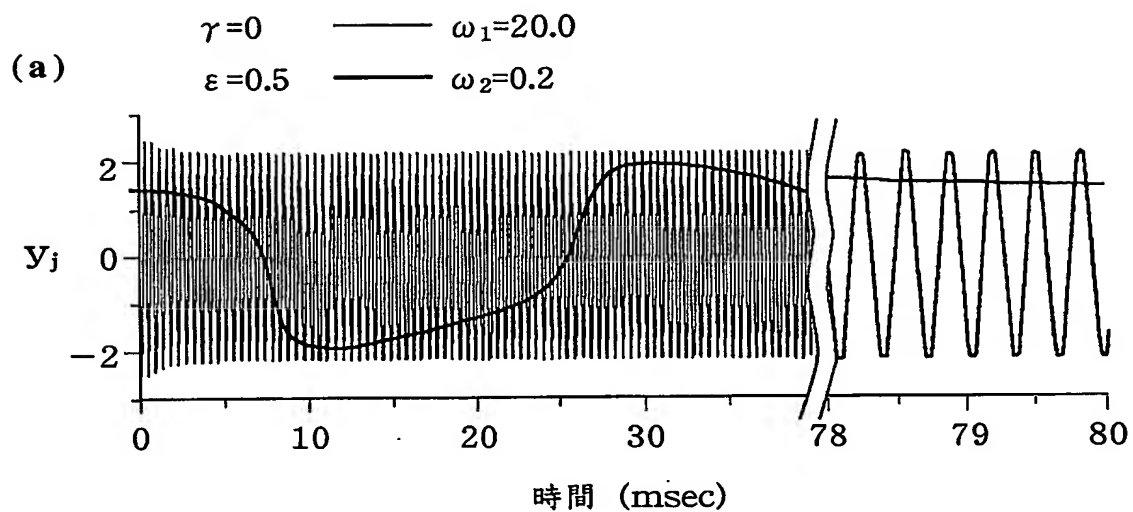
2/5

第2図



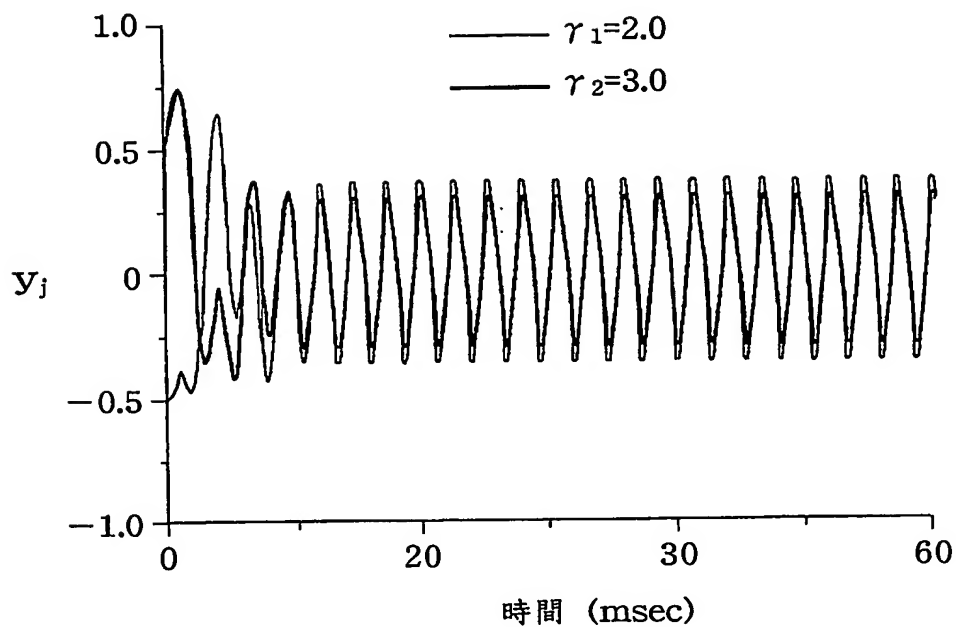
3/5

第3図

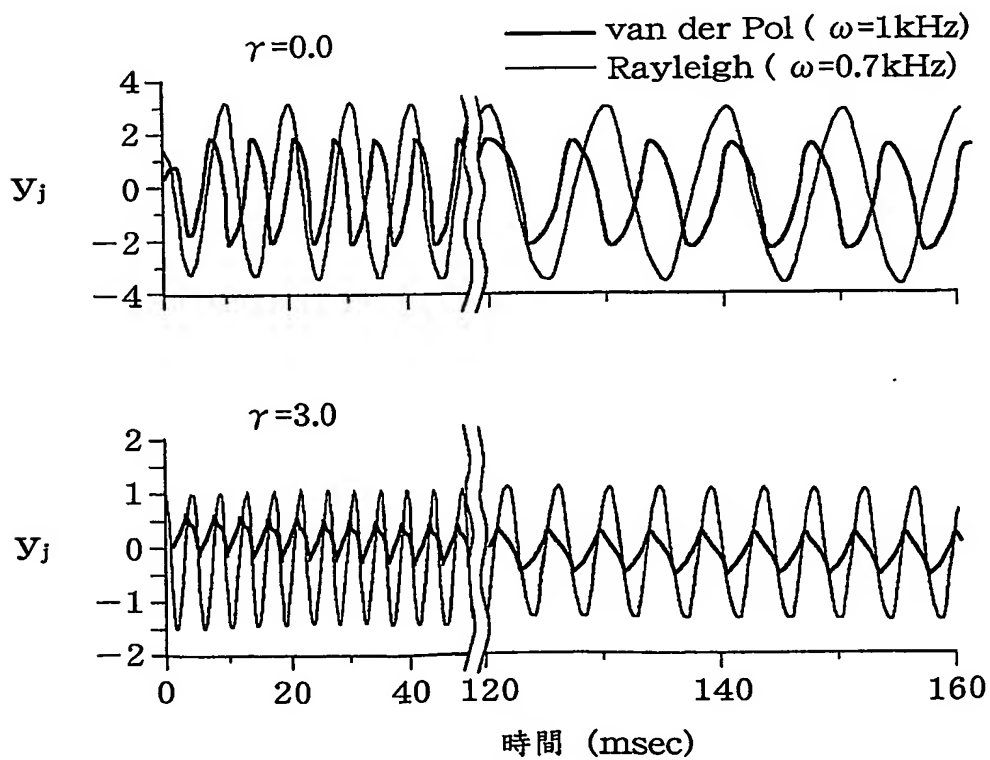


4/5

第4図

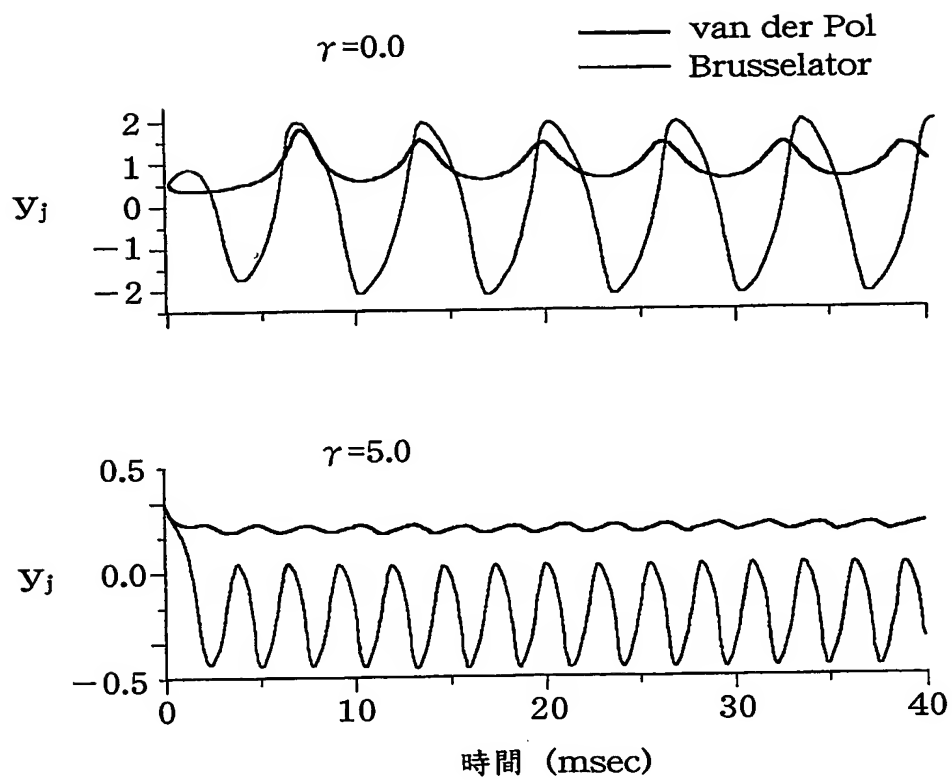


第5図



5/5

第 6 図



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/04972

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H03L7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ H03L7/00-7/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2003 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 07-221546 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 18 August, 1995 (18.08.95), Page 5, right column, lines 21 to 46; Fig. 4 & EP 665652 A1 & US 5546056 A	1-11
A	JP 2000-013217 A (NEC Corp.), 14 January, 2000 (14.01.00), Page 3, right column, line 34 to page 6, left column, line 23; Fig. 1 & US 6133798 A	1-11

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
15 July, 2003 (15.07.03)

Date of mailing of the international search report
29 July, 2003 (29.07.03)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H03L 7/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. 7 H03L 7/00-7/24

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国実用新案登録公報 1996-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 07-221546 A (日本電信電話株式会社) 1995. 08. 18, 第5頁右欄第21行-第5頁右欄第46 行, 第4図 & EP 665652 A1 & US 5546 056 A	1-11
A	JP 2000-013217 A (日本電気株式会社) 2000. 01. 14, 第3頁右欄第34行-第6頁左欄第23 行, 第1図 & US 6133798 A	1-11

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に関する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

15. 07. 03

国際調査報告の発送日

29.07.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

甲斐 哲雄

5W

9750

電話番号 03-3581-1101 内線 3575